



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

LA REVOLUCION GENETICA: Confrontando
las ideas alternativas en genética a través de
píldoras formativas y actividades innovadoras.

THE GENETIC REVOLUTION: Confronting
alternative ideas in genetics through formative
pills and innovation activities.

Autor

Miguel Barberán Sebastián

Director

Sergio Calavia Lombardo

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2020

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.	3
2. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE LAS ACTIVIDADES DEL MÁSTER SELECCIONADAS Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM.	4
Actividad 1: Creación de píldoras formativas:	4
Actividad 2: Herramientas para crear encuestas y cuestionarios.....	5
3. PROPUESTA DIDÁCTICA: LA REVOLUCIÓN GENÉTICA: Confrontando las ideas alternativas a través de píldoras formativas y actividades de innovación.....	6
3.1 EVALUACIÓN INICIAL	6
Resultado de la evaluación inicial:.....	7
3.2 OBJETIVOS	8
3.3 JUSTIFICACIÓN Y MARCO TEÓRICO	9
3.3.1 Clase magistral.	9
3.3.2 Píldoras formativas.....	10
3.3.3 Resolución de problemas y gamificación.	11
3.3.4 Ideas alternativas y genética:	12
3.4 ACTIVIDADES.....	13
Contextualización general y específica.....	13
Videos expositivos de carácter magistral:.....	14
Actividad: Reseña histórica de la genética.....	15
Actividad: Cromosomas y Genes.....	16
Actividad: Realización de píldoras formativas, “Academia de cine del IES Ramón y Cajal”.....	18
Actividad: Mensaje en el ADN.....	20
3.5 EVALUACIÓN.....	21
3.5.1 Evaluación: Línea de tiempo.....	22
3.5.2 Evaluación: Cromosomas y Genes.....	22
3.5.3 Evaluación: Realización de píldoras formativas.	23
3.5.4 Evaluación: Mensaje en el ADN.....	24
3.5.5 Evaluación final.	24
3.5.6 Calificaciones:.....	26
4. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA.....	26
5. CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFIA.....	30
ANEXOS.....	33
Anexo I: Conocimientos previos.	33
Anexo II: Temporalización, enunciados y formularios.	34
Anexo III: Rúbrica realización de píldoras formativas.....	36

1. INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo lleva detrás una historia personal, como cada artículo y cada texto que se ha escrito a lo largo de la historia, la mía me conduce hasta aquí por los azares de la vida y el ejercicio de la libre voluntad. Yo acabé mis estudios como ingeniero agrónomo allá por el 2015 y trabajé en diversas actividades siempre relacionadas con mi formación, pero siempre había tenido en el punto de mira la enseñanza como una forma de salida en la que poder desarrollar otras aptitudes que quizás fueran más gratificantes para mí, pues creo que enseñar es una tarea de las más creativas. Y eso principalmente es lo que más me ha motivado a estar hoy aquí, junto con el factor humano y la capacidad transformadora que puede tener la educación.

Como he comentado brevemente me licencié como Ingeniero Agrónomo en 2015 por la Escuela Politécnica Superior de Huesca. Anteriormente había obtenido el título de Ingeniero Agrícola en la Escuela Universitaria Politécnica de la Almunia. Acto seguido de finalizar mis estudios comencé a trabajar como técnico en una finca agrícola en las cercanías de Zaragoza, y después de mi primer trabajo como Ingeniero vinieron otros como técnico de una cooperativa agrícola o comercial técnico de fertilizantes, que he compatibilizado con el presente master universitario en profesorado de educación secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional y enseñanzas de idiomas, concretamente para la especialidad de Biología y Geología.

Los periodos de prácticas incluidos en el presente master fueron realizados en el IES Ramón y Cajal en el curso 2019-2020. El IES Ramón y Cajal es un centro docente público, laico, no confesional dependiente del gobierno de Aragón, ubicado en Huesca, en la Avenida de la Paz, 9. En el Centro se imparten las siguientes enseñanzas: Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato diurno y nocturno, Ciclo de Grado Superior de Imagen y Sonido, Programa de Cualificación Profesional Inicial y Cursos de Preparación a las Pruebas de Acceso de Grado Superior. Se trata de un centro histórico cuyos orígenes se remontan a la universidad Sertoriana. En 1845 la universidad Sertoriana desapareció y en sus instalaciones siguió su legado el instituto Ramón y Cajal, siendo en la actualidad en uno de los más antiguos de España.

En la plantilla del centro imparten docencia actualmente 91 profesores a unos 1000 alumnos. Existen 24 clases de ESO, 8 clases de bachillerato diurno y 3 clases de bachillerato nocturno, 2 clases de formación profesional básica y 4 del ciclo formativo de imagen y sonido. El primer periodo de prácticas se dedicó íntegramente a conocer el funcionamiento interno del centro, de todos sus órganos y los planes que en él se desarrollan. En el segundo periodo de prácticas tuve la oportunidad de desarrollar la propuesta didáctica que se expone en el presente trabajo, concretamente para una clase de primero de bachillerato, aunque por las circunstancias del confinamiento a causa de la pandemia del Covid-19 toda la actividad se desarrolló a distancia.

2. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE LAS ACTIVIDADES DEL MÁSTER SELECCIONADAS Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM.

En el presente master he realizado múltiples y variadas actividades enfocadas a mejorar las habilidades docentes y a comprender las principales teorías didácticas, así como los procesos psicológicos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Muchas de ellas, conscientemente o no, habrán dejado su huella en cómo me he desenvuelto en el periodo de prácticas, pero puedo identificar algunas que lo han hecho de forma más visible. Concretamente dos de las actividades realizadas a lo largo del master han tenido una mayor influencia a la hora de llevar a la práctica la propuesta didáctica que se desarrolla en el presente trabajo, por su utilidad didáctica y por su capacidad de adaptarse a la situación de confinamiento y de formación a distancia.

Actividad 1: Creación de píldoras formativas:

Las píldoras formativas son breves videos didácticos de una duración de entre tres y cinco minutos en la que se expone un tema o concepto de forma esquematizada. A lo largo del máster tuve la oportunidad de realizar dos píldoras formativas en diferentes asignaturas, una para la asignatura del primer semestre “Psicología del desarrollo y de la educación”, y otra para la asignatura del segundo semestre “Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología”. Estas actividades me sorprendieron gratamente puesto que al realizarlas me di cuenta de que al tener que desarrollar un contenido en un tiempo menor a 5 minutos y además de una forma lo más creativa posible para que no resultara tedioso, tuve que engranar varias competencias clave y hacerlas confluir en un mismo objetivo, además de profundizar en el tema que se debía desarrollar, mucho más que si solo hubiese sido un criterio evaluable para una prueba escrita tradicional.

Volviendo al tema de las competencias clave, depende cómo enfoquemos la actividad podrían trabajarse hasta las 8 competencias clave que se incluyen en el currículum oficial. Además de que al desarrollar un elemento audiovisual de creación propia aumenta la motivación de compartirlo y de visualizar las producciones de los demás compañeros, dinamizando el proceso de enseñanza-aprendizaje y posibilitando el aprendizaje autónomo y grupal. Un posible inconveniente a la hora de aplicar una actividad similar sería la disponibilidad por el alumnado de las herramientas tecnológicas necesarias, aunque con un móvil bastaría, debido a que existen aplicaciones de edición de video. Otro posible inconveniente podría ser que el trabajo grupal no se distribuya equitativamente, y la carga de trabajo recaiga más sobre algún miembro en concreto, relegando a los demás a aportaciones más bien pasivas, lo que puede suceder por múltiples razones, como por ejemplo que un miembro del grupo posea mayores destrezas con las TIC.

Las aportaciones positivas de la actividad me llevaron a incluir una actividad similar como eje central de la programación didáctica, que incluyera todos los contenidos, los cuales fueron repartidos entre los grupos de trabajo en los que se había dividido la clase.

Actividad 2: Herramientas para crear encuestas y cuestionarios.

Otra de las actividades que han tenido más influencia en la propuesta didáctica presente es la que pude realizar en la asignatura del segundo semestre “Tecnologías de la información y la comunicación para el aprendizaje”, la cual fue una práctica denominada “Encuestas, cuestionarios y creación de cursos”. En la misma se trabajó con distintas herramientas como Mentimeter, Socrative, Edmodo, SurveyMonkey, Google Forms, etc..., de las cuales no conocía ninguna y todas ellas pueden resultar muy interesantes y a tener en cuenta, pero la que más me sorprendió fue Google Forms por su interfaz sencilla, intuitiva y directa.

Google Forms es una aplicación que permite crear formularios en base a nuestras necesidades, ya que se pueden crear varios tipos y formatos de preguntas, y a su vez nos facilita el trabajo del procesamiento de los datos obtenidos, puesto que las respuestas se almacenan en una hoja de cálculo y se generan graficas de forma automática que nos permiten conocer de una forma rápida y visual cómo han respondido los estudiantes a una actividad. La aplicación nos ofrece múltiples posibilidades, como la de conocer mejor a los alumnos realizando cuestionarios sobre sus inquietudes, opiniones, hobbies, etc. Lo que puede ser muy interesante en las etapas de cohesión de grupo, ya que conocer al alumnado nos permite mejorar el clima de la clase. A su vez permitiría explorar otras opciones como la de que sean los propios alumnos los que desarrollen cuestionarios invirtiendo el rol alumno-profesor. Pero donde resulta especialmente interesante es para realizar evaluaciones, con las que poder analizar nuestra actividad docente y con las que el alumno pueda autoevaluarse. Por eso decidí darle un mayor peso como herramienta en el diseño de la propuesta didáctica. La herramienta fue trasladada a la propuesta concretamente para la evaluación inicial, así como para realizar evaluaciones en algunas de las actividades, como por ejemplo, evaluar la comprensión de videos didácticos o para hacer una valoración final sobre los conocimientos que los alumnos habían adquirido.

Una posible limitación de la herramienta es el hecho de que, al ser un formulario online, los alumnos puedan buscar las respuestas a través de Google, y en el caso de preguntas de desarrollo, cortar y pegar trozos de texto sin desarrollar un pensamiento que les permita asimilar conceptos. En vista de la situación de confinamiento, considere la herramienta como una muy buena opción para realizar evaluaciones y obtener información para posteriormente tomar decisiones. Fue el método más directo que tenía en mi mano para determinar los conocimientos previos de los alumnos y a partir de ahí, en base a las teorías constructivistas, generar nuevos conocimientos o reflexiones acerca de sus propias estructuras conceptuales.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA: LA REVOLUCIÓN GENÉTICA: Confrontando las ideas alternativas a través de píldoras formativas y actividades de innovación.

La propuesta didáctica que se desarrolla en este TFM está basada en el bloque 4 de contenidos “La revolución genética” de la asignatura de Cultura Científica en 1º de bachillerato, y se puso en práctica concretamente para una clase en el IES Ramón y Cajal de Huesca. Los contenidos que han sido trabajados son los presentes para el bloque 4 en el currículum oficial de la asignatura (Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo). Con este trabajo se pretende elaborar un estudio y análisis sobre su potencial didáctico.

3.1 EVALUACIÓN INICIAL

El concepto de evaluación a lo largo de la historia de la pedagogía ha sido interpretado como sinónimo de “medida”, pero desde una óptica estrictamente educativa se trata de una valiosa información que se ha de aprovechar al máximo para optimizar el proceso educativo. Por lo que la evaluación no ha de ser vista como un fin, si no como una contribución a la formación y el aprendizaje, siendo fundamental para situar los conocimientos de partida de los alumnos y adecuar la enseñanza a sus condiciones de aprendizaje (Casanova, 2007).

En la tarea de realizar la evaluación didáctica tuve en cuenta los conocimientos previos que los alumnos deberían haber adquirido al cursar la asignatura de Biología y Geología en la etapa de la ESO, los cuales vienen fijados por los respectivos currículos de cada curso y están reflejados en los criterios de evaluación y en los estándares de aprendizaje evaluables (Anexo I). Observe así que los conceptos que se van a trabajar en esta unidad didáctica deberían haber sido asimilados en el último curso de la ESO.

Aparte de los conocimientos previos adquiridos académicamente, la mayor parte de los niños entre 5 y 16 años pasan un 82% de su tiempo fuera de la escuela. Aun conociendo esta realidad, la sociedad identifica a la escuela como el único sitio para aprender, siendo que la realidad es muy distinta, ya que el aprendizaje se da principalmente en contextos sociales y culturales que se producen fuera de la escuela (Osborne y Dillon, 2007). Estos aprendizajes han posibilitado que el alumno construya nuevas concepciones, que muchas veces no suelen coincidir con las que se consideran correctas científicamente (Furió et al., 2004), por lo que es importante conocerlas, para que no entren en confrontación directa con nuevos conceptos científicos y el aprendizaje se pueda llevar a cabo, o para que aunque se produzca una confrontación de ideas, ésta pueda ser utilizada en el camino hacia un aprendizaje más significativo, si se hace al alumno consciente de sus propios fallos conceptuales y se modifica su estructura conceptual errónea (Hernández, Bell y Guerrero, 2006). En esta tarea, el objetivo del docente ya no es el de simple transmisor de conocimientos, sino que ha de emplearse a fondo en la tarea de guiar a los estudiantes en la reconstrucción de su propio conocimiento (Morales y Landa, 2004).

Gran parte de estas ideas o concepciones alternativas han sido ya identificadas por diversos autores, ya que la investigación en didáctica de las ciencias experimentales les ha ido dando con los años una importancia mayor, en gran medida motivada por autores como Ausubel, Novak y Hanesian (1983), los cuales desde el enfoque constructivista, consideraron la importancia de los conocimientos previos del sujeto como punto de partida o andamiaje de nuevos conocimientos, puesto que conciben el aprendizaje como un proceso de construcción de conocimientos nuevos a partir de los que ya se poseían y no una simple asimilación de contenido de forma aislada. En base a todas estas reflexiones se diseñó una serie de preguntas que pretendían englobar las ideas conceptuales base, que ya se deberían dominar de cursos anteriores, así como identificar posibles ideas alternativas. Esta evaluación inicial consistió en un cuestionario de 5 preguntas tipo test, utilizando Google forms como herramienta.

Resultado de la evaluación inicial:

La primera pregunta fue relativa al concepto de meiosis y mitosis, en la que un 25% de los encuestados incurrió en error, un 5% confundió directamente la mitosis con la meiosis, y un 20% señaló que después de la meiosis el número de cromosomas se mantenía, quizás también porque está desdibujada en su estructura conceptual la diferencia entre meiosis y mitosis.

La segunda pregunta fue relativa a la genética mendeliana, y se preguntó sobre cuál de los abuelos de un hombre no podía ser la fuente de los genes en su cromosoma “Y”. En este punto hubo un escaso porcentaje de acierto, pues solo el 45% de los encuestados marco la respuesta correcta, y se pudo observar en el resto de respuestas el patrón de razonamiento que siguieron los alumnos, ya que un 25% marco “La madre de la madre”, y un 15,5% marco “El padre de la madre”. Esto quiere decir que identificaban claramente que una mujer no podía ser la fuente de los genes en el cromosoma “Y” de un varón, pero no realizaron correctamente la secuencia lógica de razonamiento, al no tener en cuenta la segunda generación y que el padre de la madre no podría transferir la información de su cromosoma “Y” a la descendencia masculina de su hija. Aunque quizás en estos porcentajes de error tiene influencia el formato del cuestionario, ya que no facilita la resolución de este tipo de pregunta, quizás hubiera facilitado el porcentaje de aciertos si el alumno hubiera tenido oportunidad de estructurar su respuesta mediante papel y boli.

La tercera pregunta fue sobre el concepto y composición del ADN. Un 65% de los alumnos respondió correctamente, pero es destacable que un 32,5% de los alumnos respondieran que el ADN es un conjunto de proteínas que solo tenía función en la transmisión de la herencia. Esta idea no fue identificada en la bibliografía, pero a raíz de estos resultados se vio que tenía un fuerte arraigo en el grueso de los alumnos.

En la cuarta pregunta se planteó una lista en la que tenían que señalar cuáles de los elementos en ella contenidos poseían genes. Un 92,5% de los alumnos identificó los genes en un recién nacido, el mismo porcentaje que para una tortuga. No fue así para el resto de elementos, en los cuales los porcentajes de acierto descendían progresivamente conforme

se alejaban taxonómicamente del ser humano, siendo los porcentajes mínimos de acierto un 75% para una lechuga y un 70% para una bacteria. De lo que se podría deducir que mantienen una visión antropocéntrica de la genética

La quinta y última pregunta fue relativa al concepto de Gen y a sus funciones. Un 72,5% de los alumnos marcó la respuesta correcta, pero un reseñable 20% marcó que los genes son trozos de ADN que se liberan a través de la sangre para expresar unas determinadas características, y un 3% marcó que son un conjunto de proteínas que regulan las funciones vitales de un organismo. Estas respuestas pueden estar vinculadas a algunas de las concepciones alternativas que se identifican en la bibliografía, como que desconocen las funciones del ADN y les otorgan solamente una función en la herencia, además de que realizan una asociación directa entre la sangre y la herencia.

Según esta evaluación pude hacer hincapié posteriormente en los conceptos que un mayor porcentaje de alumnos había fallado, teniéndolo en cuenta tanto en las actividades planteadas como en las explicaciones que se realizaron a los alumnos a lo largo de la unidad didáctica.

3.2 OBJETIVOS

Los objetivos generales de la asignatura vienen marcados en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón (BOA 26/05/2016). De entre todos los que se contemplan dentro de la Orden, podríamos destacar tres de ellos al tener mayor vinculación al tema de la propuesta didáctica:

- **Obj.CCI.1.** Conocer el significado de algunos conceptos, leyes y teorías, para formarse opiniones fundamentadas sobre cuestiones científicas y tecnológicas que tengan incidencia en las condiciones de vida personal y global y sean objeto de controversia social y debate público.
- **Obj.CCI.5.** Valorar la contribución de la ciencia y la tecnología a la mejora de la calidad de vida, reconociendo sus aportaciones y sus limitaciones como empresa humana, cuyas ideas están en continua evolución y condicionadas al contexto cultural, social y económico en el que se desarrollan.
- **Obj.CCI.6.** Reconocer en algunos ejemplos concretos la influencia recíproca entre el desarrollo científico y tecnológico y los contextos sociales, políticos, económicos, religiosos, educativos y culturales en que se produce el conocimiento y sus aplicaciones.

A su vez, con las actividades diseñadas para abordar la unidad didáctica, se pretende la consecución de una serie de objetivos propios, entre los cuales el objetivo general sería el que se enumera en primer lugar. Estos objetivos podrían describirse como:

- **Obj 1:** Superar las ideas alternativas que tengan los alumnos acerca de los conceptos claves de la genética para mejorar su comprensión, como el de gen, la replicación, la mitosis, el código genético, la transcripción, la traducción, las

mutaciones, etc. Así como tener una idea general sobre los acontecimientos históricos que posibilitaron el conocimiento sobre genética actual.

- **Obj 2:** Desarrollar aptitudes interdisciplinarias como las TICS, concretamente la creación y edición de contenido audiovisual.
- **Obj 3:** Promover un aprendizaje autónomo y creativo.
- **Obj 4:** Expresarse con fluidez, tanto de forma escrita como de forma oral, y particularmente mejorar la expresión y las habilidades comunicadoras mediante elementos audiovisuales de creación propia.
- **Obj 5:** Romper con el estudio individualizado que se crea en un entorno de aprendizaje online convencional generando interacciones entre los propios estudiantes.

3.3 JUSTIFICACIÓN Y MARCO TEÓRICO

La alfabetización científica como eslogan es un concepto muy general y abstracto, el cual puede encerrar diferentes consideraciones o maneras de entenderlo según señalan diversos autores, y quizás ésta sea una causa de su poco éxito al llevarlo a la práctica (Martín, 2015). Hoy está aceptada la forma de entender la alfabetización científica como la comprensión de ideas clave, las cuales permiten interpretar fenómenos naturales o las aplicaciones tecnológicas mediante modelos científicos (Garmendia, Guisasola y Aranzabal, 2015). Ésta será la interpretación bajo la cual desarrollaremos las actividades, considerando la alfabetización científica del alumnado en los temas de genética, fundamental para tomar decisiones y evaluar con criterio la información, en el contexto de su vida cotidiana (Garmendia, Guisasola y Aranzabal, 2015), así como para el desarrollo de ciudadanos con una formación que les permita ser críticos en cuestiones socio-científicas, ante los peligros de una sociedad “inforicada” (Pérez y Luque, 2014).

Atendiendo a esta tarea, la propuesta didáctica estará basada en una evaluación continua que supere las dificultades en el aprendizaje relacionadas con las ideas alternativas sobre los contenidos a tratar. Considerando para ello varias metodologías, una más tradicional y expositiva, enfocada a la clase magistral, y otra más innovadora que incluya los principios de la creación de píldoras formativas junto a la gamificación de la resolución de problemas, teniendo en cuenta la importancia de las TIC en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

3.3.1 Clase magistral.

La clase magistral puede definirse como un método expositivo, generalmente usado para facilitar información actualizada y organizada procedente de diversas fuentes y de difícil acceso al estudiante (Navaridas, 2004, citado en Alcoba, 2012). La clase magistral tendrá la función de capacitar al estudiante para la ampliación de la materia a través de una primera explicación, ofreciendo a los alumnos un primer esquema general y una visión panorámica de los contenidos (Gómez, 2002). Con la inclusión de esta metodología de forma coordinada con otras más innovadoras, pretendemos que se produzca un equilibrio, ya que en la clase magistral reduciremos la materia a los puntos básicos y esenciales,

presentando la información de una forma estructurada, centrando los temas y evitando divagaciones (Valcárcel, 2008). Y mediante la realización de píldoras formativas y la resolución de problemas se pretende que el alumno estructure de forma autónoma su propio aprendizaje.

3.3.2 Píldoras formativas.

Hemos utilizado como recursos la creación de píldoras formativas, las cuales pueden definirse como breves piezas de material didáctico, creadas con finalidad didáctica en un formato audiovisual. Las píldoras, por su duración breve, no pueden almacenar gran cantidad de información, pero toda ella debe de formar una unidad autocontenida y autoexplicativa. Fueron diseñadas para completar estrategias tradicionales de formación, ya que facilitan la comprensión de los aspectos del currículum con mayor dificultad de comprensión, ya sea por su abstracción o por su complejidad instrumental (Bengochea, 2011). Dichas píldoras permiten ser almacenadas y puestas a libre disposición del alumno para su consulta, constituyen un recurso formativo de gran atractivo para los alumnos, ya que en su contexto cotidiano están familiarizados con este tipo de formato, como ocurre en los videos de YouTube (Bengochea y Medina, 2013). Además de que pueden ser realizadas mediante un equipo informático básico o incluso con un simple teléfono móvil, mediante aplicaciones y programas gratuitos, sencillos de utilizar.

Algunos autores como Shepard y Cooper (1982) señalan las ventajas de utilizar este tipo de recursos, ya que ayuda a crear imágenes durante el aprendizaje, lo que es clave para generar aprendizajes significativos. Así que el video tiene la capacidad de proveer descripciones vivas para plasmar información abstracta y hacer llegar así a los alumnos conocimiento difícil de adquirir a través de textos o verbalmente (Goodyear y Steeples, 1998, citado en Bustamante et al, 2016)

Por otro lado, Mayer y Moreno (2007) identificaron 5 principios de cómo las herramientas multimedia ayudan a los estudiantes a comprender contenidos científicos.

- Representación múltiple: Es preferible una explicación con palabras e imágenes que solamente mediante palabras, ya que los alumnos forman dos representaciones mentales diferentes, una visual y otra verbal, construyendo conexiones entre ellas.
- Contigüidad: Se comprende mejor una explicación cuando las palabras y las imágenes se presentan al mismo tiempo y guardan conexión, lo que facilita la creación de enlaces entre ellas.
- Reparto de atención: Las palabras han de presentarse de forma oral y no escrita, para que no interfiera la representación verbal sobre la visual y así no sobrecargar el sistema de procesamiento visual.
- Diferencias individuales: Los estudiantes son diferentes y unos tendrán más capacidad de procesar la información visualmente y otros verbalmente.
- Coherencia: Se aprende mejor de un resumen coherente que destaca las ideas más importantes que de un documento detallado, por lo que presentar la información de forma breve ayuda a organizarla más fácilmente y de forma más productiva.

A pesar de las evidencias que presentan estos autores, al ser una herramienta muy novedosa, la bibliografía sobre el uso de las píldoras formativas por parte de los alumnos en el aula es escasa, y más, si cabe, respecto a la implicación activa de los estudiantes en su creación. Con la introducción de esta herramienta se ha pretendido implicar al alumnado en una actividad que responda a las necesidades, competencias y actitudes que demanda la sociedad de la información y la comunicación, dentro de la que se enmarcan los procesos de enseñanza-aprendizaje.

3.3.3 Resolución de problemas y gamificación.

La gamificación puede ser definida como una técnica, un método y una estrategia a la vez. Parte del conocimiento de los elementos que hacen atractivos a los juegos e identifica, dentro de la actividad aquellos aspectos susceptibles de ser convertidos en juego o dinámicas lúdicas (Martin y Hierro, 2013). O según según Contreras y Eguia (2016) “la gamificación o ludificación sugiere el poder utilizar elementos y diseños de juegos para mejorar el compromiso la motivación de los participantes en contextos que no son de juego”.

La resolución de problemas en nuestro caso se gamifica para influir en el comportamiento de los alumnos y generar una mayor motivación, ya que es posible motivar a los alumnos con una metodología que incluya retos, además de elementos sociales y emocionales, los cuales deben ser tenidos en cuenta al plantear las actividades (Contreras y Eguia, 2017).

Desde mediados del siglo XX existen numerosas investigaciones sobre la temática de la resolución de problemas y su papel estratégico en la enseñanza de las ciencias. Atendiendo concretamente a la enseñanza de la biología, podría contribuir a diagnosticar ideas alternativas en los estudiantes y ayudarles a construir nuevos conocimientos a partir de ellas, adquirir habilidades de distinto rango cognitivo, promover una actitud positiva hacia la ciencia, desarrollar actitudes científicas, acercar el conocimiento cotidiano al científico, capacitarles para resolver situaciones problemáticas en su vida cotidiana, así como para evaluar su aprendizaje (Echemendía, Ramos y Vázquez, 2017).

Es necesario primeramente encontrar una definición al término “problema” en el contexto de la enseñanza en biología. Diferentes autores han hecho sus aportaciones al respecto. Para Fracer (1982) la resolución de problemas es un proceso que utiliza los conocimientos, técnicas y habilidades en un área específica (en nuestro caso la Biología), para salvar el espacio entre un problema y su solución, en donde estaría implícito que un problema es una situación que necesita de un proceso que involucra una serie de actividades y conocimientos para la consecución de una solución. También puede ser entendido el término problema como una situación estimulante para la que un sujeto no tiene una respuesta inmediata y eficaz (Woods, et al., 1985). Varios autores comentan también que, para distintos sujetos, una misma situación puede ser o no ser considerada como un problema Garret (1988), lo que lleva a la conclusión de que lo que determina si una situación es un problema o no son las etapas que implica su resolución, ya que han de intervenir en ello procesos de análisis y de razonamiento.

Por ello un problema en la enseñanza de la biología no puede ser la simple solución de un ejercicio siguiendo un algoritmo de una forma metódica y sin reflexión. Para que exista un problema ha de existir un análisis de los hechos y un razonamiento, para después elaborar una estrategia de resolución a través de la selección y obtención de datos, su correcto procesamiento y la consecuente conclusión derivada del proceso, que determinara la comprensión del contenido implícito (Echemendía, Ramos y Vázquez, 2017). En base a todo ello aplicaremos la estrategia de resolución de problemas, con el objetivo de que el alumnado se plantee una serie de preguntas que le induzcan a la solución del problema y a superar posibles errores conceptuales en el proceso (Gil y Martínez, 1983).

3.3.4 Ideas alternativas y genética:

El aprendizaje ocurre en su mayor parte fuera de la escuela, en los contextos sociales y culturales donde se mueve el alumno, siendo que muchas veces ese aprendizaje no coincide con las concepciones que se consideran correctas científicamente (Osborne y Dillon, 2007). Siendo conscientes de esta realidad, centramos la propuesta en la importancia de superar estas ideas mediante actividades basadas en la indagación y la resolución de problemas, ya que como afirmaron radicalmente Ausubel, Novak y Hanesian (1983) en su libro sobre psicología educativa “Si tuviese que reducir toda la Psicología Educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto, y enséñese consecuentemente”. En la misma línea diversos autores señalan que la existencia de estas ideas o concepciones previas impiden el aprendizaje de los marcos formales aceptados por la comunidad científica (William et al., 2002). Aunque otra consideración al respecto señala que las ideas alternativas no han de ser vistas como un impedimento para el aprendizaje sino como un punto de partida con el que se ha de contar para construir nuevos conocimientos científicos (Furió et al., 2004). Por lo que es fundamental conocer las principales ideas alternativas y errores conceptuales que tienen los alumnos al respecto de la genética. Para esta tarea buceamos en la bibliografía, identificando algunas de las que podrían tener mayor prioridad a la hora de ser corregidas.

Según Azeglio, Mayoral y Sara (2015):

- Están extendidos los errores conceptuales sobre en qué tipo de células y qué función se realiza cada proceso de división celular, confundiendo la mitosis con la meiosis.
- Las funciones del ADN tienen escaso anclaje cognitivo, resultando en que un porcentaje elevado de alumnos las desconoce.

Según Caballero (2008):

- Los estudiantes desconocen las funciones de un gen y gran porcentaje le otorga solamente una función en la transmisión de la herencia.

- Está extendida también la idea de que los cromosomas sexuales solamente están presentes en los gametos.
- Existen ideas alternativas respecto a la herencia biológica, como que ésta reside en la sangre de los individuos.

Varios autores señalan que existen deficiencias conceptuales respecto a la estructura de los seres pluricelulares y el concepto de célula en sí mismo, como Caballer y Giménez (1992), Camacho et al. (2012), Weil y Harms (2012) y Storey (1990).

- No se reconoce a la célula como unidad funcional y estructural común para todos los seres vivos. Por lo que para algunos estudiantes los seres pluricelulares no están formados por un conjunto de muchas células, sino que solo son capaces de identificarlas puntualmente en lugares donde cumplen una función muy específica como es el caso de las neuronas o de los glóbulos rojos.

Este concepto erróneo arrastra otros detrás como el que se identifica por parte de Banet y Ayuso (1995).

- Se tiene la concepción de que no todos los seres vivos están formados por células.

Lo que puede relacionarse con la idea alternativa que identifica Estébanez (2014) en su trabajo final de master.

- Existe un amplio porcentaje de estudiantes con la idea de que los genes son propios únicamente de los seres humanos y de los animales. Esta idea puede verse potenciada por el mayor contenido de noticias en los medios de comunicación sobre la genética en animales, no siendo así en el caso de las plantas.

Quizás esta idea tiene relación con la visión antropocéntrica que tienen los estudiantes, como señala Caballero (2008) en su investigación, donde recoge que:

- Gran porcentaje de alumnos no identifica la reproducción sexual en plantas o seres vivos alejados taxonómicamente, precisamente porque la reproducción sexual se analiza con una visión puramente antropocéntrica.

Como puede comprobarse, muchas de estas ideas coinciden con las que se han detectado en los resultados de la evaluación inicial.

3.4 ACTIVIDADES.

Contextualización general y específica.

La propuesta didáctica está pensada para adaptarse al contexto general, concretamente a la situación de estado de alarma regulada por la Orden ECD/357/2020, de 29 de abril, donde se establecen las directrices de actuación para el desarrollo del tercer trimestre del curso escolar 2019/2020 y la flexibilización de los procesos de evaluación en los diferentes niveles y regímenes de enseñanza. Además se tendrá como base la legislación vigente recogida en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la

calidad educativa (LOMCE), el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (BOE 03/01/2015), y la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón (BOA 26/05/2016)

A su vez la propuesta didáctica se adapta al contexto específico, tanto del centro como de la clase. En cuanto al centro, según un acuerdo del claustro, se estandarizó el uso de la plataforma de Google classroom para hacer más fácil la coordinación con los estudiantes, agrupando en dicha plataforma todo el proceso enseñanza-aprendizaje. Y se optó por una rutina didáctica de subir todos los lunes las actividades a realizar por parte de los estudiantes a lo largo de la semana, las cuales por norma general tendrán de plazo de entrega el domingo de la misma semana. Por lo que la programación didáctica para alcanzar los objetivos propuestos debe temporalizarse en 5 semanas, con 5 lunes lectivos en los que se subirán actividades. Incluyo la temporalización, los respectivos enunciados y los formularios planteados en el Anexo II.

En cuanto a la clase, se plantea para 1º D de cultura científica en bachillerato, que estaba integrada por 30 alumnos (10 chicos y 20 chicas) dentro de los cuales no existía ninguno con necesidad específica de apoyo educativo. Solamente una alumna había repetido un curso anteriormente y ninguno arrastraba resultados negativos en las anteriores evaluaciones, tampoco había registros de incidentes respecto al comportamiento. Se trata pues de una clase con una buena actitud, ya que han ido aprobando todos los exámenes sin dificultad, realizado los trabajos y las exposiciones a tiempo y correctamente. Por lo que la implicación fue positiva en general, salvo un alumno que no participo en la mayoría de las actividades.

Videos expositivos de carácter magistral:

Con el objetivo de introducir los contenidos del bloque y de clarificar conceptos sobre los cuales el alumnado tiene algunas ideas alternativas, se realiza una serie de videos mediante las herramientas que ofrece PowerPoint para ello y un programa especializado de edición audiovisual. El formato de los videos será el de la clase magistral, donde la comunicación que se realiza es predominantemente unidireccional, aunque sería deseable que el alumno no adoptara un papel de oyente pasivo y se involucrara planteando dudas o aportando ideas (Valcárcel, 2008). Esta situación de oyente pasivo puede darse especialmente en el formato de clase magistral mediante videos. Para evitar esta posibilidad y permitir que los alumnos comenten dudas e inquietudes, los videos serán subidos al Google classroom, plataforma que nos ofrece un sistema de comunicación y una posibilidad de feedback directamente con el alumnado, mediante un foro que se crea para cada video y tarea.

Actividad: Reseña histórica de la genética.

Contenidos. Competencias. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje:

Tabla 1: Contenidos, competencias, criterios de evaluación para la actividad “reseña histórica de la genética”

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA		Curso: 1.º
BLOQUE 4: LA REVOLUCION GENETICA.		
CONTENIDOS: Historia de la investigación genética: Hitos científicos de la revolución genética que marcaron un antes y un después, conocer algunos de los experimentos que permitieron identificar al ADN como factor responsable de la herencia, hacerse una idea aproximada de cuando ocurrieron los distintos saltos en el conocimiento sobre la genética, conocer algunas fechas relevantes, conocer algunos de los nombres de científicos ilustres responsables del avance científico en genética y conocer de qué forma cambiaron e hicieron evolucionar nuestra visión sobre la genética.		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.CCI.4.1. Reconocer los hechos históricos más relevantes para el estudio de la genética.	CMCT. CL.	Est.CCI.4.1.1. Conoce y explica los principales hitos en el desarrollo histórico de los estudios llevados a cabo dentro del campo de la genética y de la epigenética.

Tipo de actividad: Se trata de un trabajo dividido en dos partes o tareas. En la primera han de elaborar una línea de tiempo donde sitúen los descubrimientos científicos que ellos consideren más relevantes en la historia de la genética. Para facilitarles la tarea se les adjunta un artículo donde se desarrollan algunos de los acontecimientos científicos más importantes en relación con la genética, desde mitad del siglo XIX hasta comienzos del siglo XXI. Para su realización a los alumnos se les da libertad a la hora de elegir las herramientas, pudiendo realizarse la tarea a través del ordenador, aplicaciones, papel y boli, lápices de colores, etc. En la segunda parte se les pide que describan brevemente 4 de los descubrimientos que habían plasmado en la línea de tiempo y que ellos consideren más relevantes.

Tiempo para su realización: 1 semana.

Recursos: Google classroom, Google meet, Artículo “reseña histórica de la genética”. Herramienta de libre elección para realizar la actividad.

Objetivo general: Que el alumno tenga una idea general sobre el desarrollo del pensamiento científico en genética.

Objetivos específicos: Conocer los acontecimientos más importantes en la historia de la genética. Fomentar el trabajo y la toma de decisiones autónomas. Fomentar la habilidad de comprensión lectora y de síntesis. Estructurar una secuencia de acontecimientos lógica y ordenada apoyándose en una línea de tiempo.

Metodología aplicada: Entendiendo que el tiempo es un concepto algo abstracto, algunos autores como Narvaez (2013) señalan que la forma más sencilla y clara de entender el tiempo histórico es “viéndolo”, mediante una representación gráfica a partir

de la cual se puede adquirir una conciencia mayor sobre el transcurso temporal, por lo que las líneas de tiempo nos permiten entender, mediante la visualización, el tiempo histórico. Por lo que una línea de tiempo nos permite poner en orden cronológico diferentes elementos de un tema en particular, permitiendo visualizar de una forma gráfica los periodos o sucesos más relevantes del tema, y para elaborarla, han de identificarse los elementos o sucesos más importantes y situarlos en el tiempo mediante una fecha. Para realizar la actividad es necesario que los alumnos realicen una actividad de búsqueda de información, revisando distintas fuentes, para poder elaborar su propia línea de tiempo y decidir que descubrimientos históricos fueron los más relevantes para con la genética. Aunque esta investigación estará apoyada por un artículo, en el cual se desarrollan ampliamente todos los acontecimientos importantes en la historia de la genética que han tenido lugar en los últimos tiempos. Por ello, esta actividad puede relacionarse con la teoría de las inteligencias múltiples, pensando en un estilo de aprendizaje más verbal o lingüístico.

Se les da la opción de elegir la herramienta mediante la cual desarrollaran la actividad, fomentando así la toma de decisiones libres para que cada alumno elija el formato de expresión en el que se sienta más cómodo trabajando. Además, atenderá las competencias clave en comunicación lingüística (CL), a través de la lectura de textos, noticias y artículos relacionados con la ciencia, así como la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), ya que conociendo cómo ha evolucionado el pensamiento en genética a lo largo de la historia pueden plantearse ellos mismos un proceso de reflexión similar acerca de su propio conocimiento y mejorar la comprensión de algunos conceptos básicos.

Actividad: Cromosomas y Genes.

Contenidos. Competencias. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje.

Tabla 2: Contenidos, competencias, criterios de evaluación para la actividad “Cromosomas y genes”

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA		Curso: 1.º
BLOQUE 4: LA REVOLUCION GENETICA.		
CONTENIDOS: Conocer la estructura, localización y codificación de la información genética: Saber que son y que funciones tienen los cromosomas y los genes, saber que es y cómo funciona el código genético.		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.CCI.4.2. Obtener, seleccionar y valorar informaciones sobre el ADN, el código genético, la ingeniería genética y sus aplicaciones médicas.	CMCT.	Est.CCI.4.2.1. Sabe ubicar la información genética que posee todo ser vivo, estableciendo la relación jerárquica entre las distintas estructuras y los procesos de replicación, transcripción y traducción.

Tipo de actividad: En esta actividad se facilitaba a los alumnos dos videos de un canal divulgativo de YouTube, uno sobre los genes y otro sobre los cromosomas, donde se

aborda de forma clara y esquematizada los dos conceptos mediante animaciones. Después de su visualización se les pide que completen un formulario de preguntas referentes a su contenido.

Tiempo para su realización: 1 semana.

Objetivo general: Acercar a los alumnos los conceptos de gen y cromosoma de una forma gráfica y visual para clarificar su estructura conceptual.

Objetivo específico: Mejorar la comprensión oral.

Recursos: Google Classroom, Google Forms, YouTube.

Metodología aplicada: Con la visualización de los videos se pretende que se acerquen al concepto de gen y cromosoma de una forma gráfica, visual y clara. Al mismo tiempo para que tengan una referencia sobre lo que es un video divulgativo de ciencias, lo que posteriormente les podrá ser de utilidad en la actividad “Realización de píldoras formativas”. La inclusión del video didáctico en ciencias como elemento transmisor de conocimiento según la Federación de Estudiantes de CC.OO de Andalucía (2011) consigue concebir una imagen más tangible de un concepto, apoyando la construcción de un conocimiento significativo, debido al potencial comunicativo de las imágenes, los sonidos y las palabras, atendiendo así a distintos estilos de aprendizaje, encajando mejor en aquellos alumnos con gran capacidad de asimilación visual y auditiva de la información.

La actividad realmente comienza, no con la visualización de los videos, sino con el proceso que deberán seguir los alumnos para extraer la información relevante de los videos y dar respuesta a las preguntas que se les plantean posteriormente en el formulario, en el que se realizan 5 preguntas sobre cada uno de los videos, mediante las cuales se pretende guiar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje autónomo, haciendo que se cuestionen elementos clave de cada concepto, así como los puntos detectados en los cuales podrían estar presentes algunas ideas alternativas. Estas afirmaciones son respaldadas por diversos autores como Picket, Kolasa, y Clive (1994), los cuales señalan que para que existan posibles cambios en las ideas previas han de formularse preguntas clave que permitan establecer, refinar o ampliar el alcance de esas ideas y de sus componentes, es decir, que las preguntas han de promover y movilizar un proceso de indagación en el aula (razonar, observar, plantear hipótesis, conclusiones, nuevos problemas) diseñándolas para que produzcan una perturbación cognitiva que obligue al estudiante a formularse nuevas sub-preguntas y a reestructurar sus conceptos previos (Márquez y Roca, 2006). Con la actividad se trabajará la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), ya que se pretende que el estudiante alcance una comprensión mayor en conceptos básicos de la genética a través del correcto procesamiento de la información que se les da en los videos.

Actividad: Realización de píldoras formativas, “Academia de cine del IES Ramón y Cajal”

Contenidos. Competencias. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje.

Tabla 3: Contenidos, competencias, criterios de evaluación para la actividad “Realización de píldoras formativas”

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA		Curso: 1.º
BLOQUE 4: LA REVOLUCION GENETICA.		
CONTENIDOS: Historia de la investigación genética: hechos relevantes. Estructura, localización y codificación de la información genética. El proyecto genoma humano: importancia y proyectos derivados. La ingeniería genética y sus aplicaciones. La clonación y sus posibles aplicaciones. Importancia y repercusiones sociales y éticas de la reproducción asistida, la clonación, la investigación con células madre y los transgénicos.		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.CCI.4.1. Reconocer los hechos históricos más relevantes para el estudio de la genética.	CMCT, CL, CD, CPAA, SIE.	Est.CCI.4.1.1. Conoce y explica los principales hitos en el desarrollo histórico de los estudios llevados a cabo dentro del campo de la genética y de la epigenética.
Crit.CCI.4.2. Obtener, seleccionar y valorar informaciones sobre el ADN, el código genético, la ingeniería genética y sus aplicaciones médicas.	CMCT, CL, CD, CPAA, SIE.	Est.CCI.4.2.1. Sabe ubicar la información genética que posee todo ser vivo, estableciendo la relación jerárquica entre las distintas estructuras y los procesos de replicación, transcripción y traducción.
Crit.CCI.4.3. Conocer los proyectos que se desarrollan actualmente como consecuencia de descifrar el genoma humano, tales como HapMap y Encode.	CMCT, CL, CD, CPAA, SIE.	Est.CCI.4.3.1. Conoce y explica la forma en que se codifica la información genética en el ADN, justificando la necesidad de obtener el genoma completo de un individuo y descifrar su significado.

Tipo de actividad: La actividad consiste en la creación, por parte de los alumnos, de breves videos formativos o píldoras de 3 a 5 minutos, con finalidad didáctica sobre alguno de los contenidos establecidos para la unidad. Para desarrollar la actividad se planifican grupos de 3 alumnos. Para la clase en cuestión surgen 10 grupos, y a cada grupo se le asigna un tema a desarrollar. Se establece un plazo de 4 semanas hasta la fecha de entrega de las producciones, posteriormente los videos serán compartidos entre todos los alumnos, para que una vez que los hayan visto realicen un formulario individual sobre cada uno de ellos. Este cuestionario invita a los estudiantes a que realicen una valoración sobre el contenido y la forma de cada video, a través de dos preguntas, seguidas de otras dos preguntas teóricas relativas al tema tratado.

Tiempo para su realización: 4 semanas.

Objetivo general: Afianzar los conceptos y contenidos presentes en la propuesta didáctica.

Objetivos específicos: Desarrollar aptitudes en las TIC, concretamente en la edición y creación audiovisual. Fomentar la interacción entre estudiantes. Fomentar la creatividad

y la toma de decisiones autónomas. Desarrollar la capacidad de síntesis, la capacidad comunicativa y el lenguaje científico.

Recursos: Google Classroom, Google Forms y Google meet.

Metodología aplicada: La actividad está planteada para que suponga un trabajo autónomo de búsqueda de información mediante la coordinación intergrupal, y de expresión creativa y comunicación audiovisual mediante una píldora formativa, buscando la consecución de los objetivos del enfoque competencial de las ciencias, como contrapunto a modelos centrados exclusivamente en la transmisión de conocimiento. Atendiendo a este enfoque con la actividad trabajaremos la competencia en comunicación lingüística (CL), ya que los alumnos deberán de expresarse oralmente y/o de forma escrita en sus videos para comunicar su conocimiento, ideas, emociones y/o vivencias sobre el tema asignado, estructurándolo todo mediante un discurso coherente y cohesionado. La competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), ya que para realizar los videos deberán de profundizar en los conceptos básicos sobre los temas que les hayan sido asignados, para posteriormente transferir esos conocimientos a un formato audiovisual, con lo que se intenta evitar un mero aprendizaje memorístico. La competencia digital (CD), ya que el alumno deberá de seleccionar la información, contrastándola y valorando su fiabilidad ante el exceso de información presente en internet, a su vez también deberán de manejar herramientas y aplicaciones para el diseño y la edición de los videos. La competencia de aprender a aprender (CPAA), pues el alumno mediante el análisis de la información objeto de consulta, debe ser capaz de crear un video con finalidad divulgativa, por lo que tiene que ser capaz de aprender eficaz y autónomamente. Por último, trabajaremos también la competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIE), ya que a través del proceso de creación de videos se estimula la creatividad y se da la oportunidad al alumnado de organizar su propia producción audiovisual de forma autónoma e innovadora, diseñando e implementando un plan que transforme sus ideas en actos, en este caso un video.

La actividad, aunque se desarrollara autónomamente por los alumnos, dándoles libertad creativa y de expresión, tendrá una serie de puntos, que actuarán como una hoja de ruta a la hora de enfrentarse al tema que deberán de explicar, para lo que se plantean una serie de preguntas guía, con la intención de orientar la movilización del pensamiento (Díaz, A et al., 2013), como, por ejemplo: ¿Qué son las mutaciones y por qué se dan?, ¿Qué son y cómo funcionan los cromosomas y los genes?, historia de la genética ¿Cómo sabemos todo lo que sabemos sobre genética? ¿Qué es la replicación del ADN?, así como una serie de indicaciones directas sobre el contenido que tendrán que abordar.

Para realizar los videos se deja un amplio periodo de 4 semanas, ya que la actividad lleva implícita una carga de trabajo mayor, debido a que deberán de integrar múltiples competencias en una sola tarea, además de que tendrán que familiarizarse con herramientas de edición de video u otras TIC que puedan ser de utilidad. Por todo ello intervendré en dos sesiones de tutoría mediante Google meet, con el objetivo de resolver las posibles dudas que les vayan surgiendo.

Posteriormente a la realización de los videos y el visionado de ellos por toda la clase, se les formuló un cuestionario con preguntas guía sobre los aspectos más importantes a tener en cuenta en cada uno de los videos, por lo que consideraremos esta evaluación como una actividad más encaminada al aprendizaje, a través de la cual permitimos al alumno tomar consciencia de sus propias deficiencias conceptuales o de su aprendizaje.

La actividad también se formuló con vistas a desarrollar aspectos tan importantes como son la motivación y la creatividad, por lo que a los estudiantes se les presentó por el nombre de “Academia de cine en el IES Ramon y Cajal” con el objetivo de que el nombre en sí fuera un elemento motivador, y a su vez para marcar el camino hacia la producción de videos de alto contenido creativo. Como elementos extra de motivación se introdujo la posibilidad de entregar los videos al concurso CienciaClip 2020, para videos científicos divulgativos. A su vez, bajo previo consentimiento de los integrantes de cada grupo, cabía la posibilidad de colgar los videos más interesantes en la plataforma Scenio.es.

Otro de los aspectos que se tuvo en cuenta para incluirla en la propuesta didáctica fue el de romper con la escasa interactividad que surge en la enseñanza online, entre profesores y alumnos como entre los propios alumnos, y con el aprendizaje puramente individual (Gallego y Martínez, 2003). Teniendo en cuenta las teorías de Vogotski del constructivismo social, según las que los estudiantes generan aprendizajes que se enriquecen gracias a la interacción social en el contexto que normalmente se desenvuelven (Carrera y Mazzarella, 2001), y que parte muy importante de nuestras interacciones sociales, de los conocimientos y aprendizajes que generamos actualmente, se suelen dar a través de los medios audiovisuales, es decir, en un contexto tecnológico, creo que es necesario fomentar académicamente su desarrollo y manejo.

Actividad: Mensaje en el ADN.

Contenidos. Competencias. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje.

Tabla 4: Contenidos, competencias, criterios de evaluación para la actividad “Mensaje en el ADN”

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA		Curso: 1.º
BLOQUE 4: LA REVOLUCION GENETICA.		
CONTENIDOS: Estructura, localización y codificación de la información genética: Que son y que funciones tienen los cromosomas y los genes, conocer la estructura del ADN, conocer en que consiste la replicación y cuáles son sus funciones, conocer cómo se expresan los genes y como se realiza la síntesis de las proteínas detallando las fases de transcripción y traducción, que es y cómo funciona el código genético.		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.CCI.4.2. Obtener, seleccionar y valorar informaciones sobre el ADN, el código genético, la ingeniería genética y sus aplicaciones médicas.	CMCT	Est.CCI.4.2.1. Saber ubicar la información genética que posee todo ser vivo, estableciendo la relación jerárquica entre las distintas estructuras y los procesos de replicación, transcripción y traducción.

Tipo de actividad: En esta actividad se les presenta un problema a través de un pequeño juego de rol. Se les pone en el contexto de que les llega una nota misteriosa a su casa, en la cual hay un código que tienen que descifrar para entender el mensaje. El código en cuestión es una secuencia de ADN, que tendrán que descifrar a través del código genético para que los aminoácidos resultantes formen una palabra, ya que cada aminoácido se simplificara en su nomenclatura de 1 letra.

Tiempo para su realización: 1 semana.

Objetivo: Comprender cómo se realiza la síntesis de proteínas y cómo funciona el código genético, entendiendo los procesos de transcripción y traducción del ADN.

Recursos: Google classroom.

Metodología aplicada: Diseñamos la actividad como un problema, conociendo que un problema, como elemento en la estrategia didáctica, debe referirse a sí mismo por las etapas que comporta su proceso de resolución, y no por el grado de complejidad que presenta para cada alumno (Sigüenza y Sáez, 1990). A su vez le damos un aspecto más cercano y lúdico, introduciendo a los alumnos en la actividad mediante una historia, la cual los sitúa en un contexto actual (el de la crisis del coronavirus) y les genera curiosidad sobre el reto planteado, acercando así la actividad a los planteamientos de la gamificación.

Mediante la resolución de problemas, la actividad pretende encajar en un estilo más lógico de aprendizaje, en la cual el alumno debe de descifrar un mensaje mediante una cadena de ADN y el código genético, detallando los pasos seguidos hasta alcanzar el resultado final. Para ello deberá apoyarse en el método de pensamiento inductivo, ya que irá de lo particular a lo general, de una cadena de ADN a la visión general del proceso de síntesis de proteínas. La actividad además posee estímulos motivacionales, para intentar orientar al estudiante hacia los objetivos del aprendizaje, implicando aspectos afectivos y cognitivo-instrumentales, como un pequeño juego de rol en el que el alumno recibe una nota misteriosa mediante una secuencia de ADN en la cual se asegura que se dan las claves para resolver el problema del Covid-19, siendo que la palabra resultante era la palabra “CIENCIA”.

En cuanto al desarrollo de las competencias clave, con la actividad trabajaremos la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), gracias a la utilización de elementos propios de trabajo científico, como es la resolución de problemas, para afianzar conceptos básicos y establecer relaciones entre ellos.

3.5 EVALUACIÓN.

Se llevó a cabo una evaluación continua de la propuesta didáctica para evaluar el grado de logro de los objetivos y las competencias clave, en base a los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables. Para la evaluación se analizaron las producciones finales de cada actividad, mediante su correspondiente rubrica (ver el ANEXO III para detalle de la rúbrica “Realización de píldoras formativas”), así como las

respuestas que se fueron dando en los diferentes cuestionarios. Para cerrar la intervención se diseñó un examen final tipo test, en el que se preguntaba sobre algunos de los contenidos que habían sido detectados como más conflictivos a lo largo del desarrollo de las actividades, con el objetivo de conocer si la propuesta había tenido un impacto en la reconstrucción de su estructura conceptual y si había modificado algunas de las ideas previas detectadas.

3.5.1 Evaluación: Línea de tiempo.

En esta actividad se tuvo en cuenta el orden y la claridad de la presentación, que el alumno hubiera realizado la línea de tiempo correctamente, respetando la escala y ordenando los acontecimientos según su orden cronológico. Se evaluó también la capacidad de síntesis, al tener que recoger los descubrimientos objetivamente más significativos para la historia de la genética, como el redescubrimiento de las leyes de Mendel, los experimentos que permitieron conocer que el ADN era el responsable de la herencia, y no las proteínas como se creía, el descubrimiento de la estructura del ADN o el proyecto del genoma humano. También se evaluó la expresión escrita mediante los cuatro descubrimientos que tenían que seleccionar, para desarrollar brevemente una explicación de cada uno.

Una vez finalizada la fecha de entrega, se analizaron las producciones, observando que solamente un alumno no había participado, e identificando algunas deficiencias, como que un 33% de los alumnos no entregaron la actividad completa, ya que obviaron la parte en la que tenían que desarrollar 4 de los descubrimientos que habían plasmado en su línea de tiempo, lo que puede indicarnos que esta parte de la actividad no se destacó o no quedó suficientemente clara en el enunciado y las correspondientes explicaciones sobre la actividad. Un 20 % no presentó la actividad con unos estándares de orden y claridad óptimos, otro 20% no realizó la línea de tiempo correctamente, algunos se limitaron a enumerar los acontecimientos en forma de lista, otros no guardaron ninguna proporción en la sucesión de acontecimientos. Como dato especialmente a destacar un 53% de los alumnos no incluyó algunos de los descubrimientos que se han reconocido como más importantes en la historia de la genética, siendo que en su mayor parte sí que incluían la clonación de la oveja Dolly, probablemente como consecuencia de que mediáticamente se le ha dado más importancia.

3.5.2 Evaluación: Cromosomas y Genes.

Para esta actividad se diseñó un formulario de Google con 10 preguntas. En general la actividad fue desarrollada correctamente por la gran mayoría de los alumnos, obteniéndose una calificación media de 9, y solamente 1 alumno falló más de 5 preguntas. Mediante el formulario se pudo observar algunas deficiencias conceptuales, como que un 7% de los alumnos seguía sin comprender la función de los genes, un 4,6% de los alumnos seguía sin tener claro el concepto de gen, al no saber identificar en que se diferencia un gen de otro. Un 11,6% de los alumnos no identificó que elementos podían diferenciar una proteína de otra, como el tamaño y la forma, un 9,3% identificaba que su función depende solamente de donde han sido generadas, con lo que nos hacemos a la idea de que en este grupo de alumnos puede existir la idea alternativa de que no todas las células tienen los

mismos genes y que solo contienen los que necesitan según sus funciones y lugar en el organismo. La pregunta más conflictiva fue sobre el código genético, ya que un 25,6% de los alumnos no entiende el concepto de que el código genético sea universal, un 11,6% señalaba que en raras excepciones los organismos compartían el mismo código genético y un 14% comentó que el código genético solamente era compartido por organismos taxonómicamente cercanos, lo que nos indica que en este último porcentaje de alumnos se da una idea alternativa al respecto de su experiencia cotidiana, ya que de forma natural los genes solo se suelen compartir a través de la descendencia, y esta solo es posible con organismos de la misma especie. Un 11,6% de los alumnos no tiene claro el concepto de cromosoma, ya que comentan que son un conjunto de cadenas de ADN, lo que significa que no tienen clara la estructura de los cromosomas, quizás como consecuencia de la forma simplificada en la que se suelen presentar en los libros de texto, lo que se puede comprobar en la siguiente pregunta, en la que un 16,3% de los alumnos comenta que los cromosomas suelen estar la mayor parte del tiempo en la célula en su forma compacta, de X o de bastón.

3.5.3 Evaluación: Realización de píldoras formativas.

En esta actividad se evaluaron primeramente las píldoras formativas que había creado cada uno de los grupos. Para ello se tuvo en cuenta la creatividad y originalidad de los videos, que se utilizara un lenguaje científico, el potencial comunicativo, ya sea mediante una correcta exposición oral o mediante el apoyo simbólico de elementos gráficos u otros recursos, la capacidad de síntesis, al haber reducido los contenidos a tratar en el tiempo de 3 a 5 minutos que se había planteado, y el uso de las TIC para la creación audiovisual, es decir, que se hubiera realizado una edición de video correcta y atractiva.

En esta actividad participó un alumno que no había participado en ninguna de las actividades que se plantearon a lo largo de la propuesta didáctica, por lo que nos da una idea de que al trabajar por grupos se genera una responsabilidad colectiva que incentiva a los alumnos a trabajar para por lo menos cumplir con sus compañeros. En general se observó que los videos producidos por los alumnos se limitaron a cumplir el guión establecido en los contenidos mínimos a desarrollar en cada tema asignado. La mayoría de ellos se limitaron a leer un guion, y no insertaron ningún elemento creativo en sus videos, salvo algunas excepciones. En su gran mayoría, los videos han sido desarrollados a través de PowerPoint, pasando diapositivas sobre las cuales leen un discurso, o se graban en un plano frontal leyendo un texto. En general el lenguaje es correcto científicamente y se expresan de forma fluida. Analizados estos aspectos podemos concluir que una gran parte de los objetivos que se pretendían alcanzar con la creación de los videos no han sido alcanzados.

Posteriormente, una vez que los alumnos visualizaron los videos, respondieron las preguntas del formulario de Google.

En las preguntas relativas al contenido y la forma de los videos de sus compañeros, las cuales fueron preparadas como instrumento de coevaluación, se observó una coherencia con las de mi propia rúbrica, ya que las calificaciones coincidieron.

Respecto a las preguntas teóricas sobre cada uno de los videos se pudo sacar una serie de conclusiones, como que un 3% de los alumnos confunde la replicación con la división celular, que los alumnos señalan la importancia de las aportaciones de Rosalind Franklin para el descubrimiento de la estructura del ADN, punto a destacar ya que en la línea de tiempo casi ningún alumno hizo mención a esta científica. A su vez al preguntarles por las funciones de un gen, un 7% de los alumnos sigue manteniendo la idea de que los genes solamente tienen la función de transmitir la herencia de caracteres, aunque este porcentaje es significativamente menor que el 20% que se dio en la evaluación inicial. Un 14% de los alumnos no tiene claro el concepto de codón, un 34% de los alumnos no tiene claro cómo funciona el código genético, ya que no identifican que cada triplete de bases codifica un aminoácido, y un 17% de los alumnos habla del código genético como si no fuese un mecanismo intrínseco a la vida, como si fuera una herramienta elaborada por el hombre con una finalidad científica, como por ejemplo conocer la composición genética de los organismos. En cuando a las proteínas, un 14% de los alumnos no identifica a las hormonas dentro de ese grupo.

3.5.4 Evaluación: Mensaje en el ADN.

Para esta actividad se tuvo presente en la evaluación elementos como el orden en la presentación, la coherencia en el discurso de exposición de los resultados y del proceso seguido para ello, así como el nivel de comprensión de los procesos de transcripción y traducción del ADN y del funcionamiento del código genético.

La actividad tuvo una buena respuesta y la gran mayoría de los alumnos cumplieron con los objetivos que se perseguían, siendo capaces de dar respuesta a la actividad y plasmar el proceso de una forma correcta y lógica, aunque un 30 % de los alumnos no describió que el ARNm se lee en los ribosomas, algunos se limitaron a señalar que se leía en el citoplasma y, además, un 7% de los alumnos tuvo algún problema a la hora de seleccionar la cadena molde del ADN, al confundirla con la cadena codificante. El punto con mayor capacidad de mejora podría ser el del orden en la presentación, ya que un 21% de los alumnos podría haber obtenido una mejor valoración en este punto

3.5.5 Evaluación final.

Para cerrar la propuesta se realiza una evaluación con 10 preguntas mediante un formulario de Google, con el objetivo de hacer conscientes a los alumnos de su propio aprendizaje y de hacer una autoevaluación de la propuesta.

En los resultados obtenidos se pueden evidenciar varias conclusiones, como que ya no existen variaciones claras a la hora de identificar genes en distintos organismos, por lo que los identifican en el mismo grado tanto en seres alejados taxonómicamente como en otros más cercanos (aunque para esta pregunta hubo problemas técnicos y solo se pueden analizar los porcentajes de una forma interpretativa).

Un 15% de los alumnos confunde la cadena molde del ADN con la cadena codificante, este porcentaje ha aumentado con respecto al grado de incidencia de este error registrado en la actividad del “Mensaje en el ADN”, esto puede ser debido a que la pregunta en

formato test les genera un proceso de razonamiento menor que el que pueden realizar a través de la resolución de problemas, donde se enfrentan a la cuestión desde un proceso de razonamiento más lógico y estructurado. En cuanto a los mecanismos de síntesis de proteínas, un 9% no identifica en qué parte de la célula se lee el ARNm. Este porcentaje se puede comparar con el 30% de alumnos que no mencionó los ribosomas en la actividad “Mensaje en el ADN”. A su vez se producen errores que no se habían dado para dicha actividad, como que un 12% confunde la traducción y la transcripción, o que un 9% señala que la cadena molde codificará un ARNm en la misma dirección, es decir, de 3' a 5'. Estos nuevos errores podrían ser explicados mediante la misma lógica de que al realizar una actividad mediante la resolución de problemas se acercan al conocimiento desde proceso de razonamiento lógico y pausado, que les permite ser autoconscientes de sus fallos. Un 18 % de los alumnos sigue sin tener claro el concepto de que el código genético es universal, frente al 25,6% que había sido registrado en la actividad “Cromosomas y Genes”, y un 12% (respecto al 14% que había sido detectado en la misma actividad) sigue teniendo una visión antropocéntrica y la idea de que solo comparten el código genético especies próximas entre sí,

En las respuestas se puede observar como solamente un 3% de los alumnos ha confundido el ADN con las proteínas, siendo que para la evaluación inicial un 32,5% de los alumnos respondieron que el ADN es un conjunto de proteínas.

En cuanto a los conceptos de replicación, mitosis y meiosis podemos observar como el porcentaje de los alumnos que ha confundido la replicación con la división celular se mantiene en el 3%, pero el porcentaje de alumnos que confunden la mitosis con la meiosis se sitúa en el 0% respecto al 25% que se registró en la evaluación inicial.

Adjunto a continuación una tabla resumen comparando los resultados de cómo han evolucionado algunas ideas previas que han podido ser evaluadas a lo largo de la intervención.

Tabla 5: Ideas alternativas antes y después de la intervención didáctica.

Ideas alternativas y errores conceptuales.	% Fallos Antes/Después	Momento en el que es detectada, Primero/Ultimo
Creencia de que los genes solo tienen la función de transmitir la herencia.	20 %	Evaluación inicial
	7 %	Act. píldoras formativas.
Confunden la mitosis con la meiosis.	25%	Evaluación inicial.
	0%	Evaluación final.
Creencia de que el código genético no es universal.	25,6%	Act. Cromosomas y Genes
	18%	Evaluación final
Solo comparten código genético especies próximas	14%	Act. Cromosomas y genes
	12%	Evaluación final
Confunden la replicación con la división celular	3%	Act. Píldora formativa
	3%	Evaluación final
Confunden la cadena molde del ADN con la cadena codificante	7%	Act. Mensaje en el ADN
	15%	Evaluación Final

Adjunto al mismo tiempo una tabla con los porcentajes de prevalencia de algunas ideas alternativas después de la realización de algunas actividades.

Tabla 6: Ideas alternativas detectadas después de algunas actividades.

Ideas alternativas y errores conceptuales.	% Fallos	Momento en que es detectada
Desconocen la función de los genes	7%	Act. Cromosomas y genes
Creer que las células tienen genes diferentes según su función y lugar en el organismo.	9,3%	Act. Cromosomas y genes
No identifican en que parte de la célula se lee el ARNm	9%	Evaluación final
Creer que los cromosomas suelen estar en forma de X o de bastón.	16,3%	Act. Cromosomas y genes.

De todo ello se podría concluir que algunas ideas previas han tenido una mejora significativa, pero muchas de ellas siguen estando presentes, y quizás los porcentajes de fallo obtenidos a través de los formularios de Google hubiesen sido menores y más próximos a la realidad si el alumno hubiera tenido que ejecutar un proceso de razonamiento estructurado y lógico a través de otro tipo de actividad, como se ha visto que ocurría para la resolución de problemas.

3.5.6 Calificaciones:

Para establecer la calificación del alumnado tuvo mayor peso la actividad de realización de videos (50%), por ser una actividad que abarcaba todos los contenidos de la propuesta y porque su realización demandaba un mayor tiempo de trabajo. Dentro de la calificación de los videos, también se tuvo en cuenta la coevaluación que realizaron los propios alumnos sobre los videos de sus compañeros (15%). El resto de las actividades tuvieron todas el mismo peso en la calificación final, así como el resultado de los formularios realizados, sin contar el de la evaluación inicial.

Tabla 7: Criterio de calificación.

<i>Instrumentos de evaluación</i>	<i>Criterios de calificación</i>	
Actividades	25%	
Píldora formativa	50%	15% Coevaluación.
		35% Profesor
Formularios	25%	

4. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA.

Una vez realizadas las evaluaciones, se han podido identificar los principales puntos débiles de la propuesta didáctica, como que algunos de los objetivos que se pretendían, no han sido alcanzados o, por lo menos, no en el grado que se buscaba. Como el de desarrollar la creatividad o el de trabajar con TIC especializadas en la creación y edición de videos, aunque otros puntos se han trabajado ampliamente, como el trabajo en grupo y la autonomía. Además de esto, algunas de las ideas alternativas que estaban presentes en los alumnos han mejorado significativamente y otras se han mantenido. Aunque como

hemos visto el porcentaje de fallos quizás sería menor si se hubiesen aplicado instrumentos de evaluación que llevasen al alumno a establecer un proceso de razonamiento lógico y estructurado a la hora de responder, como sucede en la resolución de problemas.

Como resumen del grado de consecución de los objetivos clave adjuntamos la siguiente tabla:

Tabla 8: Grado de consecución en los indicadores de logro.

INDICADORES DE LOGRO	GRADO DE CONSECUCIÓN			
	MAXIMO	ALTO	SUFICIENTE	INADECUADO
Se han asimilado los conceptos más importantes.		X		
Se han superado las ideas previas detectadas			X	
Se ha desarrollado el trabajo en grupos y las interacciones		X		
Se han trabajado las TIC para la edición y creación de audiovisuales				X
Se ha desarrollado el trabajo autónomo	X			
Se ha desarrollado la creatividad.				X
Se han trabajado habilidades de comunicación y de comprensión		X		

Quizás el principal punto a mejorar sería el de la planificación, puesto que se tuvo que diseñar de forma repentina para adaptarse a una situación inédita como era la del estado de alarma y el confinamiento que supuso. Esto viene de la mano con que la metodología que se tuvo que emplear se apoyó forzosamente sobre la base del e-learning, realizando todo el proceso de enseñanza-aprendizaje de una forma totalmente telemática, por lo que un punto clave a mejorar sería investigar estrategias didácticas y metodologías que se adapten mejor a esta situación.

Otro punto clave a mejorar sería el de diseñar actividades más estructuradas, donde el estudiante sepa claramente que es lo que se está pidiendo, no dejando margen a la duda ni a la improvisación, ya que he podido observar que como por norma general los estudiantes, por hacer un símil, son como el agua que sigue el camino que ofrece menos resistencia. Por lo que al plantearles las actividades he aprendido que es muy importante tener esto presente, ya que, si no se les deja muy bien marcado lo que se está demandando en cada tarea, se van a limitar a cumplirla en su estructura más básica. Concretamente ocurrió de forma notable en la actividad de creación de videos formativos, la cual esperaba que resultase un eje vertebral de toda la programación y que los alumnos se implicaran mostrando interés y motivación. En ella se pretendía que el alumno desarrollase un contenido creativo y ocurrió justo lo contrario. Una posible mejora para este punto podría ser el estructurar la actividad en tareas más pequeñas, como la búsqueda de información, creación de un guion, grabación, edición y reflexión final conjunta, de forma que los alumnos vayan progresando en la actividad poco a poco y no dejen todo

para los últimos días en los que intentan terminar la actividad cumpliendo solamente con el expediente, como si se tratase de un mero trámite. También hubiese sido de interés mostrarles algún video como ejemplo de lo que se estaba buscando en la actividad. En cuando a la formación de los grupos en esta actividad, sería más positivo formarlos pensando en relaciones ya establecidas de afinidad, ya que así fomentamos que exista una mayor cooperación en el trabajo y reducimos posibles conflictos. La formación espontanea de los grupos sería interesante en una clase en donde sepamos que no existe ninguna situación de exclusión, pero en caso de existir situaciones de exclusión esta opción no sería la más acertada y deberíamos integrar al o los alumnos excluidos en un grupo con cierto rol “cuidador”.

De esto se deduce que se podría mejorar el diseño de las actividades, como por ejemplo marcando objetivos intermedios en las actividades, de forma que el estudiante no se pierda y pueda encaminarse hacia los objetivos que habíamos planteado.

A mejorar también sería el desarrollar actividades que permitieran un mayor grado de interacción entre los propios estudiantes, además de para hacerles las actividades y la situación más llevadera, para enriquecer su aprendizaje mediante la interacción social. La mejora de la calidad de los videos realizados para impartir los contenidos sería otro objetivo a tener en cuenta, ya que un material bien diseñado y atractivo genera mayores cuotas de atención, de más calidad y aumenta la motivación. También podríamos citar como gran limitante de la propuesta el acceso a las tecnologías, En este caso todos los alumnos disponían de ordenador personal además de móvil, de no ser así, la propuesta didáctica no podría haberse llevado a cabo, o debería de haberse suplido esta carencia con material cedido por el centro o la administración.

Como reflexión autocrítica puedo decir también que ha faltado estructurar mejor cada una de las partes de las actividades y definir con total claridad lo que se espera en cada una de las producciones por parte de los alumnos, es decir, hacerles conocer cuáles van a ser los puntos a tener en cuenta a la hora de evaluar, para que así los alumnos alcancen los objetivos que se persiguen con la actividad.

Además, como ya hemos dicho, el principal limitante de la programación fue la situación generada por el estado de alarma y el confinamiento que supuso. Aunque la actividad de los videos formativos se desarrolló precisamente para romper con el aislamiento entre los propios estudiantes, buscando generar interacciones para que trabajaran conjuntamente desde sus casas en una misma tarea, es bastante evidente que las mismas actividades en un contexto normal donde los alumnos pudieran tener contacto directo, ofrecería muchas más posibilidades para la creación y para la experiencia didáctica.

5. CONCLUSIONES

La lectura que puedo sacar de esta experiencia en términos generales es que nadie estaba preparado para una situación como la que hemos vivido, por lo que se han tenido que ir desarrollando los protocolos a seguir sobre la marcha y al compás de los acontecimientos.

La incertidumbre ha sido total en algunos momentos, pero al final la comunidad educativa ha sabido estar a la altura de tan compleja situación y solucionar los problemas que se iban presentando. Creo que ha sido un gran aprendizaje para todos, incluso para los profesionales de la educación, y que se deberán elaborar protocolos más precisos por si vuelve a darse una situación parecida.

Personalmente ha sido un gran aprendizaje, y aunque he tenido algunas dificultades he podido aprender de ellas. Me ha costado familiarizarme con las herramientas utilizadas, pero he ido aprendiendo y mejorando conforme se iban detectando las incidencias. Por ejemplo, con el Google forms, tuve varias incidencias, como lanzar enlaces a formularios a los que no podían acceder los alumnos, o crear preguntas en las que era imposible contestar bien, ya que, en alguna pregunta de respuesta múltiple había varias opciones correctas y el formulario solo estaba habilitado para dejar marcar una. También creo que las aplicaciones utilizadas tienen mucho jugo aun por sacar, y ofrecen muchas más posibilidades a explorar, por ejemplo, Google classroom con la que se pueden realizar correcciones sobre los mismos documentos que envían los alumnos, las cuales se pueden ver en directo y ofrecen un feedback mucho más interesante. Así como otras opciones que quizás desconozca, como otras posibles aplicaciones y herramientas que seguramente podría haber empleado y enriquecido con ellas la propuesta. Por lo que para mi formación futura creo que sería interesante indagar en este aspecto y conseguir tener un amplio repertorio de recursos sobre las TIC que permita diseñar una programación más eficiente y atractiva.

En cuanto a las actividades que se han planteado a lo largo del master me han parecido enriquecedoras, pero quizás demasiado teóricas. He echado en falta una preparación más práctica y directa, que nos permita salir preparados para enfrentarnos con las posibles realidades y con una autoconfianza más alta, aunque entiendo que el tiempo es limitado y no hay practica sin teoría, pero apostaría por otro equilibrio. También gracias a este trabajo y a los periodos de prácticas he comprendido la dificultad que entraña elaborar una programación que sea capaz de adaptarse a un contexto variable y a las múltiples realidades presentes en cada alumno, lo que me permite valorar aún más el trabajo y la labor de los docentes.

En general, mediante el presente master y de forma especial con los periodos de prácticas realizados, he obtenido un gran aprendizaje, concienciándome realmente de lo complejo que es diseñar actividades que impliquen niveles de aprendizaje profundo.

BIBLIOGRAFIA.

- Alcoba, J. (2012). La clasificación de los métodos de enseñanza en Educación Superior. *Contextos Educativos*. 15, 93-106.
- Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.
- Díaz, A. A., Quílez, M. J. G., de la Gándara Gómez, M. (2013). Papel del medio en el planteamiento de preguntas en una metodología de indagación en primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, Extra*. 176-181
- Azeglio, L., Mayoral, L., Sara, C. (2015). Concepciones alternativas de genética básica y división celular en estudiantes de secundaria. *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Ensenada, Argentina.
- Banet, E., Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*. 13(2), 137-153.
- Bengochea, L. (2011). Píldoras formativas audiovisuales para el aprendizaje de programación avanzada. *XVIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*. JENUI, Sevilla. 257-263.
- Bustamante, J.C., Larraz, N., Sánchez, V.S., Carrón, J., Antoñanzas. J.L., Salavera, C. (2016). El uso de las píldoras formativas competenciales como experiencia de innovación docente en el grado de magisterio en educación infantil. *ReiDoCrea*. 5: 223-234.
- Bengochea, L., Medina, J. A. (2013). El papel de los videotutoriales accesibles en el aprendizaje del futuro. *V Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas*. Atica. 80-87.
- Caballer, M., Giménez, I. (1992). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*. 10(2), 172-180.
- Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 26, 2.
- Camacho, J., Jara, N., Morales, C., Rubio, N., Muñoz T., Rodríguez, G. (2012). Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 9(2), 196-212.
- Carrera, B., Mazarella, C. (2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educere*. 5, 13, 41-44.
- Casanova, M. A. (2007). *Evaluación: Concepto, tipología y objetivos*. España: La Muralla.
- Contreras, R., Eguia J.L. (editores) (2017). *Experiencias de gamificación en aulas*. InCom-UAB Publicacions. 15. Bellaterra: Institut de la Comunicació, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Echemendía, D. C., Ramos, D.I., Vázquez, M. (2017). La solución de problemas desde la enseñanza de la Biología en carreras pedagógicas. *Universidad y sociedad*. 9(5), 246-251.
- Estébanez, J.M (2014). *Análisis de los conocimientos e ideas previas sobre genética de los alumnos que comienzan 4º de ESO comparados con los de alumnos de 1º de*

- bachillerato* (Trabajo fin de master). Universidad Internacional de La Rioja, Orihuela, Alicante.
- Federación de enseñanza de CC.OO de Andalucía (2011). El uso didáctico del video. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*. 13.
- Frazer, M. J. (1982). Solving Chemical Problems. *Chemical Society Review*, 11(2), 171-190.
- Furió Más, C., Solbes Matarredona, J., Carrascosa Alis, J. (2004). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación: resultados y perspectivas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*. 48, 64-78.
- Gallego Rodríguez, A., Martínez Caro, E. (2003). Estilos de aprendizaje y E-learning. hacia un mayor rendimiento académico. *Revista De Educación a Distancia (RED)*. 3(7).
- Garmendia Mujika, M., Guisasola, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live!. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 12(2), 294-310.
- Garrett, M. R. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 6(3).
- Gil, D., Martínez, J. (1983). A model for problem solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*. 5(4).
- Gomez, R. (2002). Análisis de los métodos didácticos en la enseñanza. *Publicaciones: facultad de educación y humanidades del campus de melilla*. 32, 261-334.
- Hernández, J. M. F., Bell, M. G., Guerrero, R. F. (2006). Las ideas previas y su utilización en la enseñanza de las ciencias morfológicas en carreras afines al campo biológico. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación educativa*. 37.
- Narváez, J. (2013). La Línea del Tiempo como estrategia didáctica para la enseñanza de la historia en Primaria. *PublicacionesDidacticas.com*. 41, 29-33.
- Morales Bueno, P., Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*. 13,145-157.
- Márquez, C., Roca, M. (2006). Plantear preguntas: Un punto de partida para aprender ciencias. *Revista de Educación y Pedagogía*. 18, 45, 61-71.
- Martín-Díaz, M.J., Julián, G., Crespo, G (2005). Alfabetización científica ¿Para qué y para quienes? ¿cómo lograrla?. *Enseñanza de las ciencias. Extra*, 1-4.
- Mayer, R., Moreno, R. (2007). *A cognitive theory of multimedia learning: implications for design principles*. Iin "Handbook of applied cognition", 2nd Edition. Francis T. Durso (Editor), Wiley.
- Marín, I., Hierro, E. (2013). *El poder del juego en la gestión empresarial y la conexión con los clientes*. Barcelona: Urano / Empresa activa.
- Contreras, R. S., Eguia, J. L., Solano, L. (2016). Investigación-acción como metodología para el diseño de un serious game. *RIED: revista iberoamericana de educación a distancia*. 19(2), 71-90.
- Pérez, C., Luque, S. (2014). La educación mediática: una meta de los medios de comunicación frente a la infoxicación informativa. *I Congreso Internacional Infoxicación: mercado de la información y psique*. Universidad de Sevilla, España. Libro de Actas. 264-278.

- Picket, S., Kolasa, J., Clive, G. (1994). *Ecological Understanding: The Nature of Theory and the Theory of Nature*. Academic Press. London.
- Shepard, R.N., y Cooper, L.A. (1982). *Mental images and their transformations*. Cambridge, MIT Press.
- Osborne, J., Dillon, J. (2007). Research on Learning in Informal Contexts: Advancing the field, *International Journal of Science Education*. 29(12), 1441-1445.
- Siguenza, A.F., Sáez, M.J. (1990). Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la biología. *Enseñanza de las ciencias*. 8(3), 223-230.
- Storey, R. (1990). Textbook errors & misconceptions in biology: Cell Structure. *The American Biology Teacher*. 52(4), 213-218.
- Valcárcel, M.V. (2008). Presentación y explicación de los contenidos. La Clase Magistral” Plan de formación profesional inicial del profesorado (Fiprumu-VII). Recuperado 20 de junio de 2020 de <https://n9.cl/wulp3>
- Weil, C., Harms, U. (2012). Del árbol al cloroplasto: concepciones alternativas de estudiantes de 9º y 10º grado sobre los conceptos «ser vivo» y «célula». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 31.
- William, J. L., Gerace, W. J., Dufresne, R. J. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 20(3), 387-400.
- Woods, D. R., Crowe, C. M., Hoffman, T. W., Wright, J. D. (1978). 56 Challenges to Teaching Problem Solving Skills. *Chem 13 News*. 155, 1-12.

ANEXOS.

Anexo I: Conocimientos previos.

1ª ESO	
BLOQUE 1: Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica	
Crit.BG.3.1. Reconocer que los seres vivos están constituidos por células y determinar las características que los diferencian de la materia inerte.	
3º ESO	
BLOQUE 3: La biodiversidad en el planeta.	
Crit.BG.3.1.Reconocer que los seres vivos están constituidos por células y determinar las características que los diferencian de la materia inerte.	Est.BG.3.1.1. Diferencia la materia viva de la inerte, y la materia orgánica de la inorgánica, partiendo de las características particulares de ambas.
BLOQUE 4: Las personas y la salud. Promoción de la salud	
Crit.BG.4.1. Catalogar los distintos niveles de organización de la materia viva: células, tejidos, órganos y aparatos o sistemas y diferenciar las principales estructuras celulares y sus funciones.	Est.BG.4.1.2. Diferencia los distintos tipos celulares, describiendo la función de los orgánulos más importantes.
4º ESO	
BLOQUE 1: La evolución de la vida	
Crit.BG.1.2. Identificar el núcleo celular y su organización según las fases del ciclo celular a través de la observación directa o indirecta.	Est.BG.1.2.1. Distingue los diferentes componentes del núcleo y su función según las distintas etapas del ciclo celular.
Crit.BG.1.3. Comparar la estructura de los cromosomas y de la cromatina.	Est.BG.1.3.1. Reconoce las partes de un cromosoma construye un cariotipo.
Crit.BG.1.4. Formular los principales procesos que tienen lugar en la mitosis y la meiosis y revisar su significado e importancia biológica.	Est.BG.1.4.1. Reconoce las fases de la mitosis y meiosis, diferenciando ambos procesos y distinguiendo su significado e importancia biológica.
Crit.BG.1.5. Comparar los tipos y la composición de los ácidos nucleicos, relacionándolos con su función.	Est.BG.1.5.1. Distingue los distintos ácidos nucleicos y enumera sus componentes.
Crit.BG.1.6. Relacionar la replicación del ADN con la conservación de la información genética y el proceso de transcripción.	Est.BG.1.6.1. Reconoce la función del ADN como portador de la información genética, relacionándolo con el concepto de gen y el proceso de la transcripción.
Crit.BG.1.7. Comprender cómo se expresa la información genética, utilizando el código genético.	Est.BG.1.7.1. Describe los mecanismos de la expresión genética por medio del código genético.
Crit.BG.1.8. Valorar el papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución. Relacionar el papel de las mutaciones en las enfermedades.	Est.BG.1.8.1. Reconoce y explica en qué consisten las mutaciones y sus tipos. Así como su aplicación en enfermedades genéticas conocidas.
Crit.BG.1.9. Formular los principios básicos de Genética Mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas sencillos.	Est.BG.1.9.1. Reconoce los principios básicos de la Genética Mendeliana, resolviendo problemas prácticos de cruzamientos con uno o dos caracteres.
Crit.BG.1.10. Diferenciar la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo, estableciendo la relación que se da entre ellas.	Est.BG.1.10.1. Resuelve problemas prácticos sobre la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo.
Crit.BG.1.11. Conocer algunas enfermedades hereditarias, su prevención y alcance social.	Est.BG.1.11.1. Identifica las enfermedades hereditarias más frecuentes y su alcance social.
Crit.BG.1.12. Identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR.	Est.BG.1.12.1. Diferencia técnicas de trabajo en ingeniería genética y sus aplicaciones.

Anexo II: Temporalización, enunciados y formularios.

FECHA	RECURSOS	TAREAS	ENLACES
Semana 20 de abril	Evaluación inicial	-Realizar un formulario de google.	https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdZ6qUNzupdmDh5zk3ofs0UFhHHuqO1k5IcCVBoxxtkGKB4Fg/viewform?usp=sf_link
	Video: presentación y explicación sobre las primeras actividades.		https://drive.google.com/file/d/1oeY4WFbaheIbjLEP7--CHYoQz0yDLsaD/view?usp=sharing
	Actividad: Reseña histórica de la genética.	-Realizar una línea de tiempo con los principales descubrimientos sobre la genética. -Redactar brevemente 4 de los descubrimientos más significativos.	Enunciado: https://drive.google.com/file/d/1e9RfxPU6qLv8lcO0yH0ERZVAWFk-8Byk/view?usp=sharing Artículo: https://drive.google.com/file/d/1Kh1OsejSQY0yem0V_BXm35J2sG6r43_y/view?usp=sharing
	Actividad: Cromosomas y Genes. Videos de YouTube: ¿Qué es un gen? https://www.youtube.com/watch?v=5MQdXjRP_HmQ&t=19s ¿Qué es un cromosoma? https://www.youtube.com/watch?v=IePMXxQ-KWY	-Realizar un formulario de google.	https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeeSYahMEBECZWTYRtzcEiuBcZZXRv5DuNdYoAkin019eXVNg/viewform?usp=sf_link
	Actividad: Realización de píldoras formativas.	-Realizar un video formativo de 3-5 minutos en grupos de 3 sobre el tema asignado.	Enunciado: https://docs.google.com/document/d/1iNGj_CP65ioYGIoCxBeDgq4hxbzgYj8p-aVtkI-UOWA/edit?usp=sharing
Semana 27 de abril	Video: Estructura del ADN.		https://drive.google.com/file/d/1Oy_LOv2SeklmGqHnEOR62abah3pkh97M/view?usp=sharing
Semana del 4 de Mayo	Video: Replicación y síntesis de proteínas.	-Mensaje en el ADN: Descifrar un mensaje en una secuencia de ADN detallando los pasos que se siguen hasta dar con el resultado.	Enunciado: https://docs.google.com/document/d/1AY-7ovS6L9Qmmdjkc3vnyJX5Rco921GH1pgAACUQfq0/edit?usp=sharing

			Video: https://drive.google.com/file/d/1B8oZKDgE2OE0VemjrXlQ1-h-3aWIZald/view?usp=sharing
Semana 11 de Mayo.	Video: Las funciones de las proteínas y las mutaciones.		https://drive.google.com/file/d/1YzcTrtxhlAvc-ATel4xZXJsce53RNDIu/view?usp=sharing
Semana 18 de Mayo	Video: breve de repaso comentando los aspectos donde los estudiantes han tenido más fallos.	-Rellenar un formulario de evaluación final.	Formulario: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf-0QwDxgjvbsqVIXKJEIZtrb2ONbNoqCxRvERY7r46KmFDQ/vviewform?usp=sf_link Video: https://drive.google.com/file/d/1efQvLKPSHaYRghiy0MFRyK47TvTSxqQ9/view?usp=sharing

Anexo III: Rúbrica realización de píldoras formativas.

RUBRICA: REALIZACIÓN DE PÍLDORAS FORMATIVAS.						
TÍTULO DEL VIDEO Y PARTICIPANTES.	de 1 a 4	de 5 a 6	de 7 a 8	de 9 a 10	TOTAL	TOTAL
Música (12,5%)	No tiene música	Tiene música	Tiene música y es acorde con el video	Tiene música y aporta valor al video	0-10	0-10
Originalidad (12,5%)	El video no es nada original	El video se limita a cumplir lo demandado	El video tiene puntos originales	Es original de principio a fin	0-10	
Recursos y efectos gráficos (12,5%)	No tiene recursos ni efectos gráficos	Los recursos y efectos gráficos son casi nulos	Tiene algún recurso y efecto grafico	Tiene interesantes recursos y efectos gráficos	0-10	
Edición (12,5%)	No se ha editado el video	La edición es limitada	La edición es correcta	La edición es correcta y atractiva	0-10	
Actuación de los protagonistas (12,5%)	Se limitan a leer, no hay actuación	Existe una cierta actuación	La actuación aporta cierta personalidad al video	La actuación potencia el contenido del video.	0-10	
Contenido del video (25%)	El video no se ajusta al contenido asignado	El video se ajusta en algunos puntos al contenido asignado	El video se ajusta casi en su totalidad al contenido asignado	El video se ajusta totalmente al contenido asignado	0-10	
Rigor científico (12,5%)	El video no tiene rigor científico	El video tiene cierto rigor científico	El video emplea vocabulario científico	El video emplea vocabulario científico y es coherente científicamente	0-10	